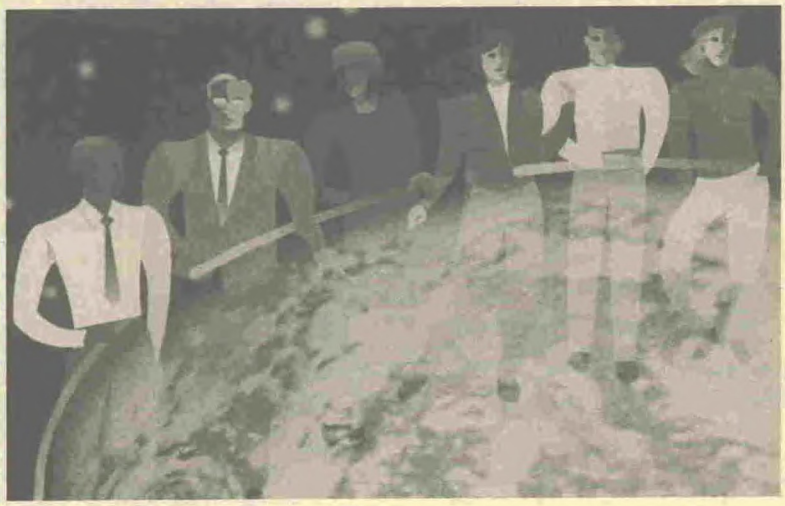
NET WORKING

พันธ์ศักดิ์ ศรีทรัพย์

โปรโตคอล (Protocol) ตอนที่ 1



วิธีการต่าง ๆ ที่จะทำให้อุปกรณ์จากผู้ผลิตต่างกันสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ และมันต้องการอะไรที่จะทำให้สามารถคุยกันได้รู้เรื่อง

แต่เดิมนั้นการออกแบบเครือข่ายสื่อสารข้อมูล (Data Communications Network) ก็เพื่อให้เทอร์มินอลที่ตั้งอยู่ห่างไกลจากคอมพิวเตอร์สามารถติดต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ได้ ในเครือข่ายสื่อสารยุคแรก ๆ เทอร์มินอลและคอมพิวเตอร์ติดต่อกันโดยใช้ภาษาเดียวกัน ไม่ต้องมีอุปกรณ์ใด ๆ มาช่วยในการแปลภาษา ต่อมาในยุคหลัง ๆ เริ่มใช้ต่อเข้ากับเทอร์มินอลและคอมพิวเตอร์จากต่างผู้ผลิตกัน นอกจากนั้นยังมีการต่อเครือข่ายเข้ากับเครือข่ายที่ต่างชนิดกันอีกด้วย ทำให้จำเป็นต้องมีการแปลงสัญญาณจากอุปกรณ์ที่ต่างกันและจากเครือข่ายที่ต่างชนิดกันให้สามารถเข้ากันได้ทั้งด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

ในบทความนี้จะกล่าวถึงวิธีการต่าง ๆ ที่จะทำให้อุปกรณ์จากผู้ผลิตต่างกันสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ และมันต้องการอะไรที่จะทำให้สามารถคุยกันได้รู้เรื่อง

เรื่องของซอฟต์แวร์ในเครือข่าย

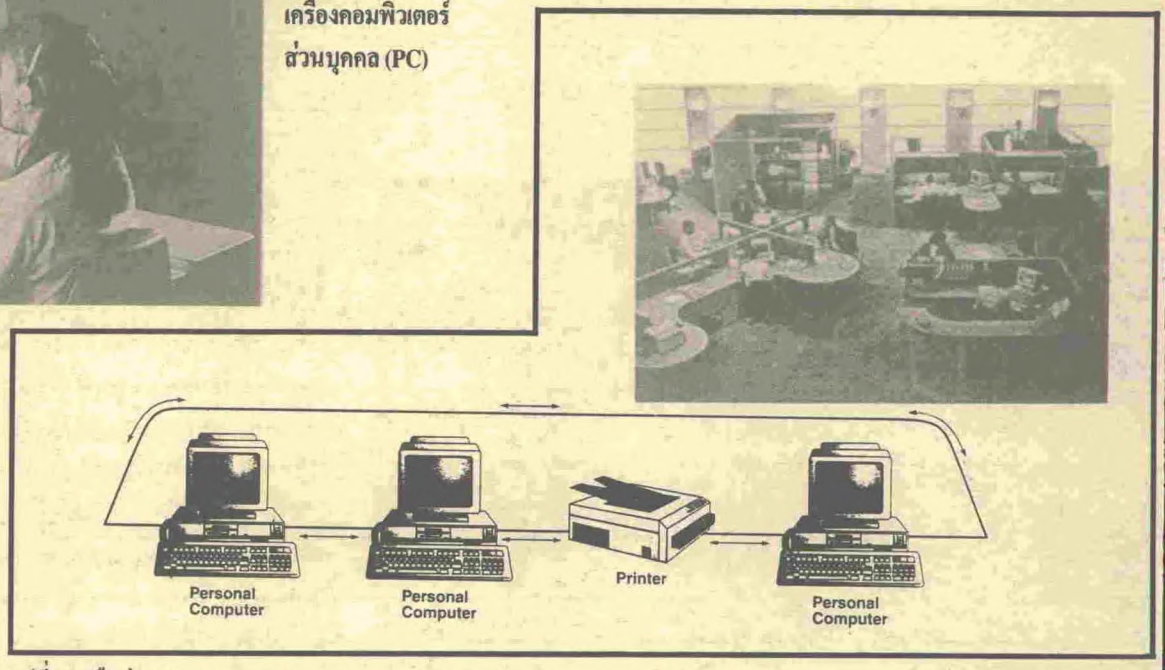
เครือข่ายคอมพิวเตอร์ประกอบขึ้นด้วยฮาร์ดแวร์ (hardware) เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ เทอร์มินอล เส้นทางที่ใช้ในการสื่อสาร และอุปกรณ์สื่อสารต่าง ๆ ที่ใช้ควบคุมการสื่อสารข้อมูล กับซอฟต์แวร์ (software)

อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ของเครือข่ายมีความก้าวหน้าทางด้านเทคนิคเป็นอย่างมากและมีความไว้วางใจได้สูง โดยภายหลังมีการติดตั้งฮาร์ดแวร์ไปแล้วจะมีการเปลี่ยนแปลงก็เฉพาะเมื่อมีการขยายเครือข่ายหรือเมื่ออุปกรณ์ฮาร์ดแวร์นั้นเกิดบกพร่องหรือเสียหายเท่านั้น ส่วนด้านซอฟต์แวร์นั้นจำเป็นต้องมีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงแต่ละครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงเครือข่าย ซึ่งในเครือข่ายยุคใหม่ซอฟต์แวร์กลายเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญมากอย่างหนึ่งของเครือข่าย

ซอฟต์แวร์ของเครือข่ายนั้นอยู่ตามจุดต่าง ๆ ในเส้นทางการสื่อสาร (communication line) โดยโปรแกรมที่วิ่งอยู่บนคอมพิวเตอร์เมนเฟรมจะทำการติดต่อสื่อสารกับเทอร์มินอลและบอกให้คอมพิวเตอร์ทราบเมื่อมันตรวจพบว่ามีข้อมูลกำลังเข้ามาจากเทอร์มินอล อุปกรณ์ควบคุมการสื่อสาร (communication controllers) มีซอฟต์แวร์ติดตั้งอยู่เพื่อทำการกำหนดเทอร์มินอล ตรวจสอบความผิดพลาด และควบคุมการไหลของข้อมูล

รูปที่ 1 เครื่องคอมพิวเตอร์เมนเฟรม

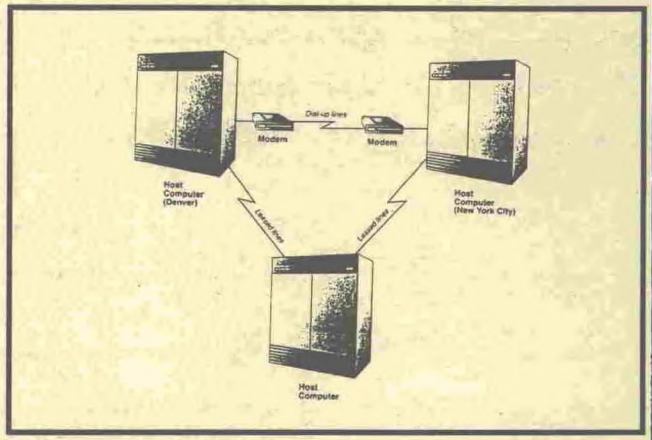
รูปที่ 2
เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC)



รูปที่ 3 เครือข่าย LAN (Local Area Networks)

บนเครือข่าย นอกจากนี้เทอร์มินอลที่อัจฉริยะหรือโปรแกรมได้จำเป็นต้องมีซอฟต์แวร์ช่วยในการแปลงรหัส (code translation) หรือทำการ terminal emulation เพื่อให้มันสามารถสื่อสารกับคอมพิวเตอร์เมนเฟรมได้อีกด้วย

ในเครือข่ายที่ไม่มีคอมพิวเตอร์เมนเฟรม (เช่น LAN หรือ Local Area Networks) ก็จำเป็นต้องมีซอฟต์แวร์ที่แต่ละเวอร์กสเตชัน (workstation) เพื่อควบคุมการเข้าถึง (access) เครือข่าย สำหรับชนิดของซอฟต์แวร์ที่ต้องการนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของอุปกรณ์ที่ใช้และหน้าที่งานของเครือข่ายเป็นสำคัญ



รูปที่ 4 เครือข่าย WAN (Wide Area Networks)

โปรโตคอล (Protocols)

โปรโตคอลเป็นชุดของกฎเกณฑ์ที่กำหนดว่าอุปกรณ์สองอย่างจะติดต่อสื่อสารกันได้อย่างไรบนเครือข่าย เนื่องจากการที่คอมพิวเตอร์ต่างชนิดกันใช้รหัสและวิธีการสื่อสารไม่เหมือนกัน จึงต้องมีการแปลงรหัสจากอุปกรณ์ตัวหนึ่งให้สามารถสื่อสารกับอุปกรณ์อีกตัวหนึ่งได้ เราจึงใช้โปรโตคอลในการกำหนดว่าอุปกรณ์จะสื่อสารกันอย่างไร

อุปมาคล้ายกับการที่เราต้องเข้าใจถึงวิธีการว่าจะซื้อสินค้าชิ้นหนึ่งจากแคตาล็อกทางโทรศัพท์ได้อย่างไร เริ่มต้นด้วยเรายกหูโทรศัพท์กดเลขหมายต่อเข้าไปที่บริษัทผู้ขาย เมื่อเจ้าหน้าที่บริษัทรับสาย จะถามรายละเอียดในการส่งของให้และวิธีการชำระค่าสินค้าของเรา จากนั้นเราก็ทำการแยกแยะสินค้าที่เราต้องการสั่ง เจ้าหน้าที่บริษัทก็จะแจ้งให้เราทราบว่าสินค้าที่ต้องการนั้นตัวใดมีหรือไม่มีจำหน่าย และถ้ามี ทางบริษัทจะจัดการส่งสินค้านั้นไปให้ตามที่อยู่ที่ให้ไว้ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าทั้งลูกค้าและผู้ขายต้องเข้าใจวิธีการซึ่งกันและกันว่าต่างฝ่ายต้องทำอย่างไรบ้าง การสั่งสินค้าจึงจะเกิดขึ้นได้ ถ้าการโต้ตอบช่วงใดขาดหายไป การสั่งซื้อจะไม่สัมฤทธิ์ผล ในทำนองเดียวกันอุปกรณ์บนเครือข่ายจำเป็นต้องรู้ถึงกฎเกณฑ์ที่ต้องใช้ในการสั่งให้ทำงานทางธุรกิจบนเครือข่าย

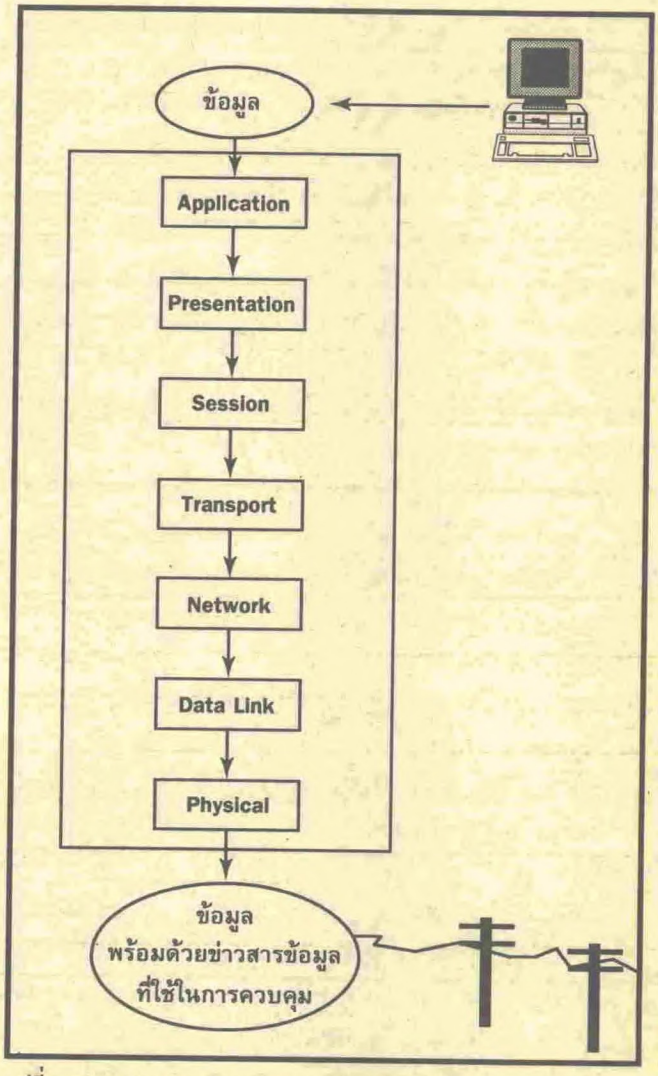
ในทางปฏิบัติจำเป็นต้องมีโปรโตคอลที่แตกต่างกันตามชนิดของคอมพิวเตอร์ที่ต่างกันและบนเครือข่ายที่ต่างชนิดกันด้วย ถ้าเป็นเครือข่ายชนิด WAN (Wide Area Network) ก็ใช้ชุดของโปรโตคอลชุดหนึ่ง และถ้าเป็นเครือข่ายชนิด LAN (Local Area Network) ก็ใช้ชุดของโปรโตคอลที่ต่างออกไปอีกชุดหนึ่ง หรืออย่างคอมพิวเตอร์เมนเฟรมก็ใช้ชุดของโปรโตคอลชุดหนึ่ง ในขณะที่คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC) ใช้ชุดของโปรโตคอลที่ต่างกันออกไปอีกชุดหนึ่ง มันจึงไม่มีมาตรฐานแบบครอบจักรวาลที่จะแยกแยะชุดของโปรโตคอลที่ใช้อุตสาหกรรมด้านสื่อสารนั้นพัฒนาขึ้นมาในสภาวการณ์ที่มีการแข่งขันกันแทนที่จะเป็นอุตสาหกรรมที่มีการกำหนดกฎเกณฑ์บังคับไว้ ด้วยเหตุนี้ทางออกที่เป็นไปได้ดีที่สุดในเรื่องของโปรโตคอลนี้คือการแบ่งมันออกเป็นประเภทของโปรโตคอลเมนเฟรม คอมพิวเตอร์และโปรโตคอลของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

เมนเฟรม โปรโตคอล (Mainframe Protocols)

โปรโตคอลที่ใช้บนคอมพิวเตอร์เมนเฟรม (และขยายไปใช้บนเครือข่าย WAN) มักเป็นโปรโตคอลดั้งเดิมที่พัฒนาขึ้นมาในอุตสาหกรรมสื่อสารข้อมูล โดยเครือข่าย WAN เริ่มใช้กันมาตั้งแต่ทศวรรษ 1960 และโปรโตคอลยุคต้น ๆ ก็ถูกพัฒนาเพื่อช่วยการสื่อสารของเครือข่ายดังกล่าว โปรโตคอลในช่วงนั้นพัฒนาขึ้นโดยบริษัทผู้ผลิตเครื่องเพียงเพื่อใช้เฉพาะกับผลิตภัณฑ์คอมพิวเตอร์ของตนเท่านั้น ด้วยเหตุนี้จึงทำให้คอมพิวเตอร์ของบริษัทหนึ่งไม่สามารถสื่อสารกับคอมพิวเตอร์อีกบริษัทหนึ่งได้ ทว่าบรรยากาศในการทำเครือข่ายทุกวันนี้ค่อนข้างมีความร่วมมือกันมากขึ้นกว่าแต่ก่อน จึงมีความพยายามที่จะทำมาตรฐานสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์เมนเฟรมด้วยกัน

Open Systems Interconnection (OSI) Model

OSI model เป็นแบบแผนที่พัฒนาขึ้นโดยองค์การมาตรฐานระหว่างประเทศหรือ ISO (International Standards Organization) เพื่อใช้ในการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ทั้ง 2 ด้าน โดยโมเดลอธิบายถึงวิธีการทางด้านซอฟต์แวร์ที่มีจำนวน 7 ระดับ (layers) ด้วยกัน แต่ละระดับจะกำหนดงานที่ต้องดำเนินการกับข้อมูลก่อนที่จะส่งมันผ่านออกไป ทั้งนี้ความมุ่งหมายของโมเดลนี้เพื่อบอกให้ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์เลือกใช้โปรโตคอลที่พัฒนาขึ้นโดยบริษัทผู้ผลิตคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ เช่นบริษัทไอบีเอ็ม



รูปที่ 5 Open Systems Interconnection (OSI) Model

ในเครือข่ายเมนเฟรมของไอบีเอ็มที่ใช้โปรโตคอลแบบเก่าจะมีเพียงคอมพิวเตอร์ของไอบีเอ็มเท่านั้นที่สามารถสื่อสารกันได้บนเครือข่าย ทว่าโปรโตคอลแบบใหม่ ๆ เริ่มแก้ปัญหาดังกล่าวได้บ้างแล้ว แต่ก็ยังคงยากที่เครื่องจากผู้ผลิตรายอื่นจะสื่อสารกันบนเครือข่ายไอบีเอ็มโดยไม่มีการโต้ตอบกันทางโปรโตคอลรูปใดรูปหนึ่ง

OSI model กำหนดชื่อของชั้นต่าง ๆ ทั้ง 7 ชั้นไว้ดังแสดงในรูปที่ 5 ได้แก่

1. Application layer (ชั้นที่ 7)
2. Presentation layer (ชั้นที่ 6)
3. Session layer (ชั้นที่ 5)
4. Transport layer (ชั้นที่ 4)
5. Network layer (ชั้นที่ 3)
6. Data Link layer (ชั้นที่ 2)
7. Physical layer (ชั้นที่ 1)

ชั้น Application ซึ่งเป็นชั้นที่ 7 ของโมเดลนั้นอาจกล่าวได้ว่าเป็นชั้นที่ข้อมูลเข้ามาในโมเดล และชั้น Physical ซึ่งเป็นชั้นที่ 1 เป็นชั้นที่ปล่อยข้อมูลเข้าไปในเส้นทางสื่อสาร (transmission lines) ดังนั้นชั้นที่ 7 จึงเป็นชั้นสูงสุดและชั้น 1 เป็นชั้นต่ำสุดของ OSI model

เพื่อความเข้าใจในเรื่องนี้ให้ง่ายขึ้น ขอให้เปรียบเทียบ OSI model นี้เป็นลิฟท์ตัวหนึ่ง ข้อมูลจะถูกใส่เข้าไปในลิฟท์ที่ชั้น Application ซึ่งอยู่ด้านบนและมันต้องการลงจากชั้นบนลงไปชั้นล่าง (ซึ่งเป็นชั้น Physical) เพื่อเดินทางต่อไปบนเครือข่าย เมื่อลิฟท์หยุดแต่ละชั้นก็จะมีการใส่ข่าวสาร (Information) บางอย่างเพิ่มเข้าไปกับข้อมูลด้วย ดังนั้นเมื่อข้อมูลเข้าไปถึงเครือข่าย มันจะมีข่าวสารการตรวจสอบความผิดพลาด (error-checking) ตลอดเวลาและข่าวสารที่ใช้ในการควบคุมเครือข่ายเพื่อให้แน่ใจว่าการรับส่งสัญญาณข้อมูลไปบนเครือข่ายเป็นไปอย่างเหมาะสม

ทางด้านรับ ข้อมูลจะเข้าไปที่ลิฟท์ทางด้านล่าง (ชั้น Physical) และเริ่มขึ้นสู่ชั้นบน เมื่อลิฟท์หยุดแต่ละชั้นก็จะมีการนำข่าวสารเกี่ยวกับการตรวจสอบความผิดพลาดและที่ใช้ในการควบคุมบางส่วนออกไปจากข้อมูลและตรวจสอบให้แน่ใจว่ารหัสที่ได้ส่งไปนั้นถูกต้องและรหัสไม่เปลี่ยนแปลง ลิฟท์จะขึ้นไปจนถึงชั้นบนสุด (ชั้น Application) ข้อมูลที่ได้จะกลับไปมีสภาพเหมือนเดิมกับที่ส่งมา (กล่าวคือ ไม่มีข่าวสารเกี่ยวกับการตรวจสอบความผิดพลาดและข่าวสารที่ใช้ในการควบคุมที่เคยใส่เพิ่มเข้ามาในข้อมูลอีกต่อไป) และส่งต่อไปยังคอมพิวเตอร์ที่ปลายทางต่อไป

ที่ชั้น Application layer (ชั้นที่ 7) ระบบคอมพิวเตอร์กำหนดให้เป็นชั้นที่ทำการส่งข่าวสารข้อมูล (message) ต่าง ๆ ในกรณีที่ข้อมูลที่ส่งเป็นการส่งถ่ายไฟล์ (file) ชุดหนึ่งระหว่างคอมพิวเตอร์ 2 ชุดแล้ว คอมพิวเตอร์จะเป็นตัวกำหนดรหัสที่ใช้และเส้นทางที่จะทำการส่งไฟล์ ชั้น Application นี้เป็นส่วนของระบบสื่อสารที่ใกล้เคียงกับโปรแกรมจริง ๆ ที่ขอให้ทำการส่งและเป็นช่องทางที่ผู้ใช้อาจโต้ตอบกับระบบสื่อสารได้

ชั้น Presentation layer (ชั้นที่ 6) กำหนดรูปแบบที่ข้อมูลใช้เมื่อมันถูกส่งไปบนทางเส้นทางสื่อสาร ชั้นนี้จะทำการบีบอัดข้อมูล (data compression) ซึ่งเป็นกระบวนการที่แยกเอาตัวอักขระ (characters) บางตัวที่ไม่ต้องการหรือซ้ำ ๆ กันออกไปก่อน จึงเหลือเพียงบางส่วนเท่านั้นที่ส่งไปในเส้นทางสื่อสัญญาณ นอกจากนี้ยังอาจทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลจากรหัสชนิดหนึ่งไปเป็นรหัสอีกชนิดหนึ่ง เช่นเปลี่ยนจากรหัสแอสกี (ASCII) เป็นรหัสเอ็บซีดิค (EBCDIC) อีกด้วย และสุดท้ายชั้น Presentation นี้จะทำการเข้ารหัส (encrypt) ข้อมูลด้วยเพื่อความปลอดภัยของข้อมูล

ชั้น Session layer (ชั้นที่ 5) รับผิดชอบในการทำการต่อและคงรักษาการต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ 2 ชุดที่สื่อสารกันอยู่ โดย Session กำหนดเป็นคาบเวลาระหว่างเริ่มทำการต่อการสื่อสัญญาณ การรับส่งสัญญาณจริง ๆ และทำการต่อการรับส่งสัญญาณ ถ้า Session ทำการต่อก่อนสิ้นสุดการรับส่งสัญญาณแล้ว ชั้น Session จะพยายามเริ่มต้น Session ใหม่อีกครั้งเพื่อทำให้การสื่อสัญญาณเป็นไปโดยสมบูรณ์ ชั้น Session รับผิดชอบการบัฟเฟอร์ (buffer) ข้อมูลบนเส้นทางสื่อสาร ตัวอย่าง ถ้าข้อมูลถูกส่งไปยังเครื่องพิมพ์ ก็เป็นความรับผิดชอบของชั้น Session ที่จะควบคุมเพื่อมิให้บัฟเฟอร์ที่เครื่องพิมพ์เกิดการโหลดมากเกินไป เพราะหากเกิดขึ้นแล้วข้อมูลอาจสูญหายได้ สุดท้ายชั้นนี้จะทำหน้าที่รองรับการโต้ตอบบนเส้นทางสื่อสารอีกด้วย โดยการกำหนดว่าจะใช้การสื่อสัญญาณแบบฟูล-ดูเพล็กซ์ (full-duplex) หรือแบบฮาล์ฟ-ดูเพล็กซ์ (half-duplex)

ชั้น Transport layer (ชั้นที่ 4) บางครั้งอาจพบเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าชั้น end-to-end ชั้นนี้เกี่ยวข้องกับการสื่อสัญญาณข้อมูลระหว่างเครือข่าย จากการที่การสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ 2 ชุดมักเกี่ยวข้องกับเครือข่ายอื่น ๆ เป็นจำนวนมาก จึงจำเป็นต้องมีชั้น Transport นี้เพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลที่ส่งผ่านเครือข่ายต่าง ๆ นั้นเป็นไปได้อย่างถูกต้อง โดยทำการกำหนดตำแหน่งหรือที่อยู่ (address) ของคอมพิวเตอร์ที่ทำการรับข้อมูลและใส่เพิ่มเข้าไปกับข้อมูล เพื่อให้เครือข่ายต่าง ๆ ที่มองเห็นข้อมูลนี้ทราบว่าจะต้องส่งข้อมูลนี้ไปที่ไหน และชั้นนี้เป็นชั้นที่ทำการกำหนดลำดับความสำคัญก่อนหลังของข่าวสารข้อมูล เพื่อว่าหากมีปัญหาเกิดขึ้นบนเครือข่ายอาจทำให้ข้อมูลที่สำคัญสูญหายไปได้

ชั้นที่ 3 เป็นชั้น Network ที่ชั้นนี้ข้อมูลข่าวสารยาว ๆ ที่ส่งมาจากชั้น Transport จะถูกตัดแยกออกเป็น "แพคเก็ต" (packet) ซึ่งเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ของบิต (ปกติมีจำนวน 128 characters) และมีการเพิ่ม address กับข่าวสารเกี่ยวกับเส้นทาง (routing information) ที่จะไปเข้าไปที่แพคเก็ตด้วย ชั้น layer รับผิดชอบในการเคลื่อนย้ายแพคเก็ตระหว่างโหนดของเครือข่าย โดย routing information มีความสำคัญมากและเป็นหนึ่งในหน้าที่หลักของชั้นนี้ ซึ่ง route ทางด้านเครือข่ายนี้อาจเปรียบได้กับเส้นทางที่คุณใช้ออกจากบ้านไปโรงเรียนหรือไปทำงานแต่ละวันนั่นเอง เส้นทางที่แพคเก็ตใช้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ในการต่อแต่ละครั้งขึ้นอยู่กับปริมาณทราฟฟิคในวงจรและวงจรที่จะนำมาใช้ได้เป็นสำคัญ วันใดที่คุณขับรถไปทำงานแล้วพบว่ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้นในเส้นทางปกติที่เคยไป คุณก็อาจจำเป็นต้องเปลี่ยนเส้นทางไปทางอื่นเพื่อมิให้ต้องไปถึงที่ทำงานสาย เครือข่ายก็สามารถเลือกเส้นทางใหม่ให้กับข้อมูลในลักษณะเดียวกัน เมื่อเส้นทางมีการเปลี่ยนแปลงไปตามสภาวการณ์ขณะนั้น ๆ เราจึงเรียกว่าเครือข่ายนั้นมี Dynamic routing สำหรับอีกทางเลือกหนึ่งของ Dynamic routing ก็คือ Static routing ซึ่งหมายความว่าข้อมูลจะใช้เส้นทางเดิมจากต้นทางถึงปลายทางตลอดเวลา ดังนั้นข้อเสียของการจัดเส้นทางแบบนี้ก็คือ หากวงจรนั้นไม่ว่าง ข้อมูลที่ส่งไปยังปลายทางจะล่าช้า ในทำนองเดียวกันกับที่คุณไปทำงานและเกิดจราจรติดขัดอย่างมาก จะหลบไปทางไหนก็ไม่ได้ อย่างนั้นแล้วคงหนีไม่พ้นการไปทำงานสาย ในกรณี Dynamic routing นั้นมีการล่าช้าบ้างเพียงเล็กน้อยเนื่องจากสามารถส่งข้อมูลไปได้ในหลายเส้นทางต่าง ๆ กัน โดยขึ้นอยู่กับสภาวะ

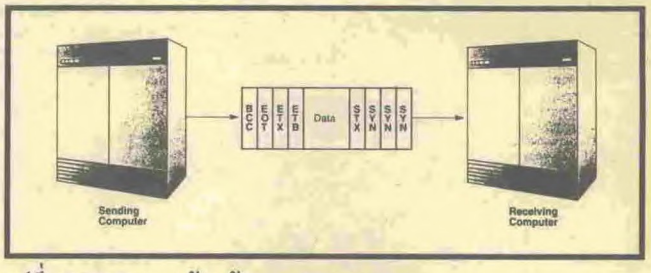
ของวงจร ซึ่งทางแก้ทางหนึ่งในการควบคุมการใช้วงจรให้มีประสิทธิภาพก็คือการจัดทำ Dynamic routing tables ที่มีการแสดงสภาวะปัจจุบันของวงจรให้ทราบได้ตลอดเวลา

ชั้นที่เกี่ยวข้องกับการส่ง characters คือชั้น Data Link ซึ่งเป็นชั้นที่ 2 ใน OSI model โดยที่ชั้นนี้แพคเก็ตที่สร้างขึ้นในชั้น Network จะถูกเตรียมส่งด้วยการแปลงรูปแบบให้เป็น "เฟรม" (frames) ซึ่งเป็นกลุ่มของข้อมูลที่ชั้น Data Link นี้ส่งออกไปบนตัวกลางที่ใช้ในการสื่อสารจริง ๆ หน้าที่ที่สำคัญอย่างหนึ่งของชั้นนี้ก็คือ การตรวจสอบให้แน่ใจว่าข้อมูลที่ส่งออกไปไม่มีการผิดพลาด (error free) จึงต้องจัดให้มีขั้นตอนการตรวจสอบหาความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้และทำการแก้ไขมันก่อนในชั้นนี้ ดังนั้นเฟรมที่ได้ในชั้น Data Link นี้จึงเป็นแพคเก็ตที่ได้รับจากชั้น Network แล้วมาเพิ่ม error-correction bits และ control information เข้าไป นอกจากนั้นในชั้นนี้ยังทำหน้าที่ควบคุมการไหล (flow control) ของข้อมูลอีกด้วย ทั้งนี้เป็นการป้องกันมิให้มีการส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ด้านส่งไปยังอุปกรณ์ด้านรับมากเกินไป สภาพการณ์นี้อาจเกิดขึ้นได้เมื่อคอมพิวเตอร์ส่งไฟล์เป็นจำนวนมากไปยังเครื่องพิมพ์ที่บัฟเฟอร์ (buffer) ไม่ใหญ่นัก ชั้นนี้จึงเพียงควบคุมข้อมูลที่ส่งไปยังเครื่องพิมพ์ให้มีปริมาณที่แน่นอนก่อนที่คอมพิวเตอร์จะถูกสั่งให้หยุดส่งจนกว่าบัฟเฟอร์ของเครื่องพิมพ์สามารถรองรับข้อมูลมาก ๆ ได้ เป็นการป้องกันมิให้ข้อมูลสูญหายที่ปลายทาง

ชั้นล่างสุดของ OSI model คือชั้น Physical ชั้นนี้ไม่เหมือนกับชั้นอื่น ๆ 6 ชั้นที่กล่าวมาแล้ว เนื่องจากตั้งแต่ชั้นที่ 7 เรื่อยลงมาถึงชั้นที่ 2 เกี่ยวข้องกับเรื่องของซอฟต์แวร์ แต่ชั้นที่ 1 นี้เกี่ยวข้องกับฮาร์ดแวร์ที่ชั้นนี้ไม่มีการเพิ่มเติมข่าวสารควบคุมใด ๆ เข้าไปยัง message ที่ทำการส่ง โดยการส่งแต่ละบิตออกไปบนสื่อที่ใช้ในการส่งสัญญาณ ชั้น Physical จึงต้องเกี่ยวข้องกับรายละเอียดเฉพาะทางไฟฟ้า (เช่นมาตรฐาน RS-232-C) ที่กำหนดว่าสัญญาณไฟฟ้าที่ส่งออกไปในรูปของบิต "1" และบิต "0" นั้นเป็นอย่างไร เพื่อให้ปลายทางด้านรับได้ทราบว่าบิตที่ถูกต้องนั้นอยู่ในรูปแบบใด และมันยังทำหน้าที่คงการติดต่อระหว่างทั้ง 2 โหนด บนเครือข่ายอีกด้วย ชั้น Physical จึงเป็นส่วนพื้นฐานที่สุดของ OSI model เพราะมันเป็นที่ซึ่งข้อมูลถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าจริง ๆ และส่งไปในสื่อที่ใช้ในการส่งสัญญาณ

Character-Oriented Protocols

รูปแบบของคอมพิวเตอร์เมนเฟรมที่เก่าแก่ที่สุดเห็นจะได้แก่ Character-Oriented Protocols ซึ่งโปรโตคอลประเภทนี้ใช้ไบต์ 8 บิต ชุดหนึ่งในการส่งข่าวสารควบคุม และที่ใช้กันมากที่สุดคือโปรโตคอล BSC (Binary Synchronous Communications) หรือ BISYNC ของไอบีเอ็ม ซึ่งหากพิจารณาจากชื่อแล้วก็พอทราบได้ว่า ข้อมูลที่ส่งโดยใช้โปรโตคอลนี้จะถูกส่งเป็นบล็อกของ characters (หรือ synchronous) ซึ่งตรงข้ามกับ individual characters (หรือ asynchronous)



รูปที่ 6 BSC Data พร้อมด้วย control characters

ตารางที่ 1 BSC Control Characters

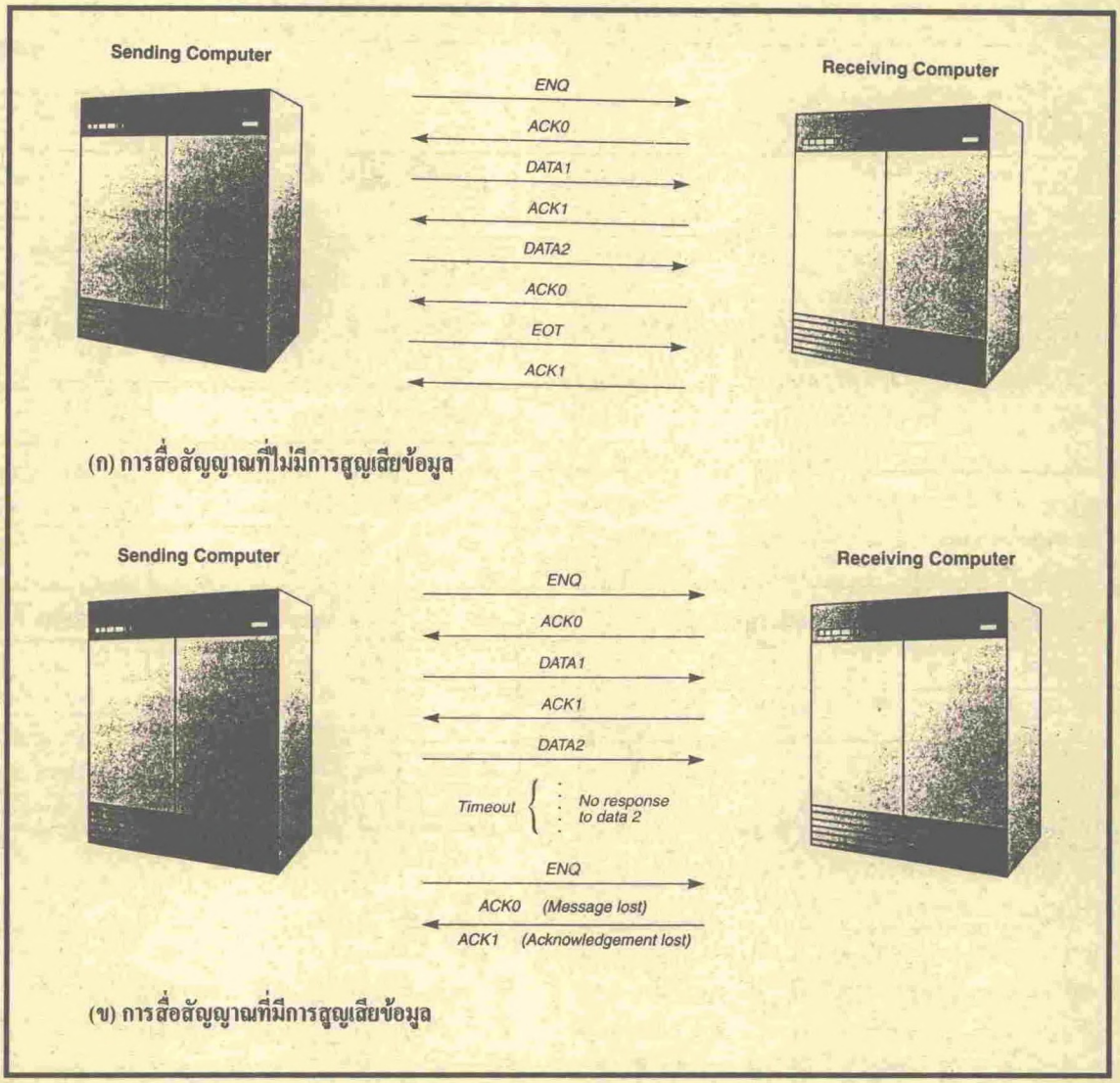
Character	ความหมาย	หน้าที่
ACK	Positive Acknowledgement	Correct Receipt of data
NAK	Negative Acknowledgement	Data received in error
ENQ	Inquiry	Request for line access
DLE	Data Link Escape	Implements Transparency
SYN	Synchronization	Establishes synchronization
STX	Start of Text	Beginning of data
SOH	Start of Header	Header field follows
ETX	End of Text	End of complete data file
ETB	End of Transmission Block	End of block of data
EOT	End of Transmission	Terminates transmission

ทั้งนี้มีการใช้ Binary Synchronous Communications ในระบบสื่อสารข้อมูลกันมาตั้งแต่ปลายทศวรรษที่ 1960 แล้ว และอุปกรณ์บางอย่างยังคงต้องการการสื่อสารโดยใช้โปรโตคอลแบบนี้อยู่ สิ่งหนึ่งที่พอบอกให้ทราบได้ว่ามันเป็นโปรโตคอลแบบเก่าก็คือ มันยังใช้การสื่อสัญญาณแบบฮาล์ฟ-ดูเพล็กซ์ (half-duplex) แทนที่จะเป็นแบบฟูล-ดูเพล็กซ์ (full-duplex) แบบใหม่ที่ใช้กันในระบบสื่อสารอยู่ทุกวันนี้

โปรโตคอล BSC ใช้ characters พิเศษในการควบคุมการทำงาน พิจารณาดูตารางที่ 1 ซึ่งแสดงรายละเอียด characters พิเศษต่าง ๆ และความหมายของมัน

Byte-Count Oriented Protocols

โปรโตคอลแบบนี้เป็นการปรับปรุงจาก Character-Oriented Protocols โดยแทนที่จะต้องใช้ characters ควบคุมพิเศษในการแสดงส่วนของ header information และข้อมูล แต่ใช้วิธีรวมการนับจำนวนไบต์ (bytes) ที่จะส่งเข้ากับข้อมูล เพิ่มแอดเดรส และเพิ่ม error control เข้าที่ปลายบล็อก



รูปที่ 7 Acknowledgements คู่แฉะคี่ที่สลับกันบน BSC communication line

Count of Data Bytes	Network Address	Variable Amount of Data	Block Control Character

รูปที่ 8 รูปแบบของ Byte-Count Oriented Protocols